

Leszek Trzaski, Krzysztof Korczak, Jan Bondaruk, Paweł Łabaj

UŻYTKOWE FUNKCJE ZASOBÓW WODNYCH ORAZ USZCZELNIENIE ZLEWNI – KRYTERIA NOWEGO PODEJŚCIA DO GOSPODAROWANIA CIEKAMI MIEJSKIMI

Streszczenie

Polska jest zobowiązana do wdrożenia postanowień Ramowej Dyrektywy Wodnej UE (RDW), co oznacza, że do 2015 roku wszystkie wody, w tym niewielkie cieki miejskie, powinny osiągnąć dobry stan (lub potencjał) ekologiczny. Wynika stąd konieczność nowego podejścia do gospodarowania tymi ciekami w skali lokalnej. Dotychczasowe funkcje – jako odbiorników nadmiaru wód z obszaru zlewni i odbiorników zanieczyszczeń – nie odpowiadają ani zapisom zawartym w RDW ani aspiracjom lokalnych społeczności. Nowe zadania sprowadzają się do możliwie najpełniejszego odtworzenia walorów użytkowych wody zarówno w sensie ekologicznym, jak i społecznym. Jednym z decydujących czynników limitujących zakres działań naprawczych jest udział powierzchni uszczelnionych w zlewni.

Utility functions of water resources and tightening of drainage area – criteria of new approach to municipal wastes management

Abstract

Poland is obliged to implementation of decisions of EU Water Framework Directive (WFD), and this means that up to 2015 all waters including small municipal water-courses should achieve good ecological condition (or ecopotential). This results in necessity of new approach to the management of these courses in a local scale. Functions fulfilled hitherto as the recipients of excess water from the drainage area and as recipients of wastes do not correspond to records included into WFD nor aspirations of local communities. New tasks resolve themselves into possibly most full restoring of useful values of water, both in ecological and social aspects. One of deciding factors limiting the range of recovery measures is the rate of tightened areas to a drainage area.

WPROWADZENIE

W Polsce w ostatnich latach w znacznym stopniu wzrosły oczekiwania lokalnych społeczności względem jakości miejskiej przestrzeni (Ankieta... 2005). Coraz częściej zauważanym elementem tej przestrzeni jest lokalny ciek zarówno jako źródło problemów, jak i potencjalna lub rzeczywista wartość. Jest to ilustracją ogólnej prawidłowości, w myśl której pozytywne zmiany gospodarcze i cywilizacyjne pociągają za sobą nie tylko wzrost możliwości technicznych, wzrost aspiracji lokalnych społeczności do „odbudowy” miejskich cieków. Problematyka przywracania dobrego stanu ekologicznego miejskich cieków, jako wód silnie zmienionych lub sztucznych, oraz odzyskiwania walorów użytkowych zasobów wodnych cieku i jego zlewni zyskuje na aktualności w kontekście Ramowej Dyrektywy Wodnej (RDW) (Directive... 2000), w której zawarte postanowienia powinny być wdrożone do 2015 roku.

Wdrażanie Ramowej Dyrektywy Wodnej wymaga nowego podejścia do gospodarowania wodami powierzchniowymi na terenach o silnej urbanizacji. Problem ten jest szczególnie widoczny na Górnym Śląsku, ponieważ z racji położenia na głównym wododziale Polski dominują tu ciekły niewielkie, a zatem szczególnie podatne na degradujący wpływ ze strony zagospodarowania zlewni.

1. USZCZELNIENIE ZLEWNI JAKO CZYNNIK OGRANICZAJĄCY MOŻLIWOŚĆ POPRAWY POTENCJAŁU EKOLOGICZNEGO CIEKÓW MIEJSKICH W ROZUMIENIU ZGODNYM Z RAMOWĄ DYREKTYWĄ WODNĄ

W polskiej literaturze brak jest informacji dotyczących prób usystematyzowania wpływów zlewni na stan miejskiego potoku. Analizy takie były prowadzone w państwach rozwiniętych już od początku lat siedemdziesiątych ubiegłego stulecia. W tabelicy 1 zestawiono kryteria oceny stanu rzek według RDW z aprobowaną przez Environmental Protection Agency (USA) ogólną oceną czynników degradujących niewielkie ciekły (Stream Corridor... 2001). Analizując poszczególne rodzaje wpływów należy pamiętać o generalnej zasadzie: im mniejszy potok, tym większy wpływ zlewni (Brown 2000).

Tablica 1. Negatywny wpływ niektórych sposobów użytkowania zlewni na ekologiczny stan ekosystemu rzecznoego (Directive... 2000; Stream Corridor... 2001)

Kryterium oceny stanu rzeki według załącznika V do RDW		Ścieki odprowadzane systemem kanalizacyjnym	Zabudowa zlewni	Intensywne rolnictwo
Elementy biologiczne	skład i liczebność flory wodnej	●	●	●
	skład i liczebność bezkręgowców bentosowych	●	●	●
	skład, liczebność i struktura wiekowa ichtiofauny	●	●	●
Elementy hydromorfologiczne wspierające elementy biologiczne	ilość i dynamika przepływu wód	○	●	●
	połączenie z częściami wód podziemnych	○	●	○
	ciągłość rzeki	○	●	○
	zmiennosc głębokości i szerokości rzeki	○	●	●
	struktura i skład podłoża rzeki	○	●	●
	struktura strefy nadbrzeżnej	○	●	●
Ogólne elementy chemiczne i fizyczno-chemiczne wspierające elementy biologiczne	warunki termiczne	○	●	●
	warunki natlenienia	●	●	●
	zasolenie	●	●	●
	stan zakwaszenia	●	○	●
Zanieczyszczenia specyficzne	substancje biogenne	●	●	●
	zanieczyszczenia syntetyczne	●	●	●
	zanieczyszczenia niesyntetyczne	●	●	●

Objaśnienie: ● – wpływ bezpośredni, ○ – wpływ pośredni.

Z tablicy wynika, że znaczna zabudowa zlewni determinuje jakość wszystkich elementów środowiska składających się na opis stanu ekosystemu rzecznoego, zgodnie z RDW. Wpływ ten jest co najmniej porównywalny z oddziaływaniem ścieków odprowadzanych systemami kanalizacyjnymi. Dla jakości chemicznej i dla potencjału ekologicznego, pod warunkiem uporządkowania systemu kanalizacji sanitarnej i ogólnospławnej, decydujące znaczenia mają:

- sposób urządzenia koryta i strefy nadbrzeżnej (elementy hydromorfologiczne),
- sposób gospodarowania odpływem wód opadowych/roztopowych ze zlewni (element bezpośrednio kształtujący jakość chemiczną, ale także związany z rozwiązaniami hydromorfologicznymi).

Spełnieniu wymagań zawartych w Ramowej Dyrektywie Wodnej będą zatem sprzyjać rozwiązania zapewniające (Stream Corridor... 2001; Brown 2000):

- możliwie dużą różnorodność morfologii dna koryta,
- możliwie dużą różnorodność szerokości i głębokości,
- zróżnicowanie szybkości przepływu na różnych odcinkach,
- przyspieszanie procesów samooczyszczania,
- łagodzenie amplitudy przepływów w korycie przez zwiększanie przepływów minimalnych i zmniejszanie przepływów maksymalnych,
- zachowanie możliwie największej ciągłości otwartej przestrzeni w strefie przykorytowej,
- zachowanie maksymalnej łączności z wodami gruntowymi.

W praktyce oznacza to, że w celu realizacji zadań wynikających z RDW i jej załączników, w odniesieniu do wód silnie zmienionych lub sztucznych, jakimi są potoki miejskie, jest wskazane wszędzie tam, gdzie tylko jest to możliwe, urządzenie koryta w postaci bardziej zróżnicowanej od monotonnej struktury dokowej lub tarasowej. Oznacza to także potrzebę urządzenia nadbrzeżnych terenów z dużym udziałem zieleni urządzonej i, w miarę możliwości, także stref mokradłowych.

Pozostaje jednak pytanie, na ile sam fakt odcięcia dopływu nieoczyszczonych ścieków bytowych, przemysłowych i deszczowych może przyczynić się do „naprawy” miejskiego ciek, a na ile możliwości działań naprawczych są ograniczane przez zagospodarowanie terenów przyległych. Do odpowiedzi na o pytanie może przyczynić się analiza udziału powierzchni uszczelnionych w lokalnej zlewni (Impacts of... 2003; Methods to... 2005).

2. OCENA MOŻLIWEGO ZAKRESU EKOLOGICZNEJ ODBUDOWY CIEKU W ZALEŻNOŚCI OD USZCZELNIENIA POWIERZCHNI ZLEWNI

Problematyka wpływu uszczelnienia zlewni na stan niewielkich cieków nie doczekała się w Polsce należytego zainteresowania. Jest to tym bardziej zadziwiające, że w USA, Australii i Europie Zachodniej są wdrażane dobre praktyki, wynikające z dorobku kilkudziesięciu lat badań podstawowych. Dorobek ten pozwolił na syntetyczne powiązanie udziału powierzchni uszczelnionych w lokalnej zlewni

z naruszeniem reżimu hydrologicznego, a w konsekwencji – na wskazanie zależności między stopniem zurbanizowania zlewni i osiągalnym stanem ekologicznym cieków. Co więcej, zależności te zostały ujęte w formularzach diagnostycznych, ujmujących aspekty jakościowe i ilościowe.

Podstawowym kryterium klasyfikacji potoków miejskich w USA jest ICM (Imperious Cover Model) (Methods to... 2005), ponieważ dla małych cieków właśnie ten czynnik decyduje o stopniu zmian naturalnego reżimu hydrologicznego. Zgodnie z tym modelem, Environmental Protection Agency propaguje następującą klasyfikację potoków miejskich:

- potoki wrażliwe (*sensitive streams*) – uszczelnienie poniżej 10%,
- potoki naruszone (*impacted streams*) – uszczelnienie między 10–25%,
- potoki wymagające aranżacji (*non-supporting streams*) – uszczelnienie między 25–60%,
- potoki funkcjonujące jako odwodnienie miasta (*urban drainage streams*) – uszczelnienie powyżej 60%.

Nie można zakładać istnienia jednoznacznych wartości granicznych, a wartości liczbowe mają charakter orientacyjny. Tym niemniej, zależności zawarte w tablicy 2 (Urban Stormwater... 1999) nie są dziś w literaturze kwestionowane.

Tablica 2. Przybliżony zakres możliwości ekologicznej odbudowy potoku w zależności od stopnia uszczelnienia zlewni

Cele działań naprawczych	Udział powierzchni uszczelnionych w zlewni (podzlewni)			
	Potok o znacznych możliwościach renaturyzacji	Potok do częściowej odbudowy ekologicznej	Potoki nadające się do „zaaranżowania” – podniesienie estetyki, eliminacja uciążliwości	
	od 10 do 25%	od 25 do 40%	od 40 do 60%	od 60 do 100%
Uporządkowanie korytarza potoku	●	●	⊙	⊙
Naturalizacja korytarza potoku	●	●	⊙	○
Ochrona infrastruktury	●	●	⊙	○
Zabezpieczenie brzegów przed erozją	●	●	⊙	○
Odbudowa sieci dorzecza	●	●	⊙	○
Zwiększenie możliwości przemieszczania się ryb	●	⊙	○	☒
Stworzenie/wzbogacanie siedlisk dla ryb	●	⊙	○	☒
Osiągnięcie naturalnego charakteru koryta	⊙	⊙	○	☒
Odtworzenie złożoności ekosystemu wodnego	⊙	○	○	☒

● – cel możliwy do osiągnięcia w skali całej zlewni (podzlewni),
 ⊙ – cel może być osiągnięty, lecz nie w całej zlewni (podzlewni),
 ○ – cel można osiągnąć tylko w izolowanych fragmentach zlewni (podzlewni),
 ☒ – cel jest nieosiągalny.

Należy pamiętać, że tablica dotyczy udziału powierzchni uszczelnionych, a nie na przykład udziału terenów zabudowanych. Przykładowo, bezpośrednia zlewnia Rawy w Katowicach na odcinku poniżej oczyszczalni Klimzowiec aż po ujście do Brynicy, prawie w całości objęta zabudową, według obliczeń wykonanych w Zakładzie Ochrony Wód Głównego Instytutu Górnictwa (GIG, dane niepublikowane), jest

uszczelniona w około 42%, przy czym część górna tego odcinka – od oczyszczalni do ulicy Sokolskiej – w znacznie mniejszym stopniu niż w 40%. Jeśli uwzględnimy fakt zakończenia eksploatacji pod korytem Rawy oraz fakt postępującego uspokojenia górotworu w obszarze obejmującym koryto Rawy i tereny przyległe (Wach 2005), można odnieść stopień uszczelnienia zlewni do możliwego zakresu prac zmierzających do podniesienia ekologicznej i estetycznej jakości cieków. Okazuje się, że nawet w przypadku tak drastycznie przekształconego cieków, nie ma zasadniczych przeciwwskazań dotyczących wykonania prac w korycie i strefie przykorytowej, poprawiających potencjał ekologiczny wód płynących. W przypadku Rawy prowadzić to powinno do praktycznych wniosków na temat sposobu planowanej regulacji odcinka od oczyszczalni Klimzowiec po śródmieście Katowic (Debata „Rawa...” 2005).

Z powyższego zestawienia wynika też, że nawet dla cieków tak skrajnie przekształconych, jak Bytomka, Bolina, Kłodnica w jej górnym biegu, i wiele innych, można zaprogramować pewne działania skierowane na poprawę potencjału ekologicznego. Rzecz jasna, jednym z warunków jest brak zagrożeń powodziowych związanych z deformacjami górniczymi.

3. PROPOZYCJA KRYTERIÓW OCENY ZASOBÓW WODNYCH W KONTEKŚCIE WALORÓW UŻYTKOWYCH

Formułowanie szczegółowych celów gospodarowania zasobami wodnymi musi być odniesione do aktualnych i potencjalnych form korzystania z tych zasobów. Od kilku lat są one w Unii Europejskiej definiowane jako użytkowa wartość wody (*water use value*), mieszcząca w sobie kilka kryteriów użyteczności zarówno w sensie ekologicznym, jak społecznym (Messner 2005; Walmsley 2002).

Jak wykazano wyżej, o stanie małych cieków miejskich decyduje sposób i intensywność zagospodarowania przyległych terenów. Równocześnie, występowanie pogórnich deformacji terenu powoduje, że zasoby wodne, o istotnych walorach, mogą istnieć na obszarze zlewni nawet w przypadku drastycznej degradacji samego cieków. Typowym tego przykładem jest występowanie na Górnym Śląsku zbiorników bezodpływowych, wypełnionych czystą wodą, położonych w sąsiedztwie silnie zanieczyszczonego cieków zamienionego w otwarty kanał ściekowy. W celu zrozumienia funkcji zasobów wód powierzchniowych, na terenach silnie zurbanizowanych a zarazem zdeformowanych przez górnictwo, niezbędne wydają się zatem analizy prowadzone w dwóch zakresach: cieków wraz z jego doliną oraz obszaru miasta jako lokalnej zlewni.

W tablicach 3 i 4 zestawiono potencjalne wartości użytkowe wód z funkcjami faktycznie spełnianymi, na przykładzie rzeki Rawy i jej zlewni. Funkcje oceniono na podstawie analizy licznych materiałów niepublikowanych, w tym opracowanych w Głównym Instytucie Górnictwa (Korczański, Trzaski i inni 2005; Holec, Zuber 2003; Informacja o rzece... 2003; Sołtysik, Dobrowolski 2003; Program ochrony... 2004).

Tablica 3. Wartość użytkowa wody – aspekt ekologiczny i społeczny

Rawa na odcinku od oczyszczalni Klimzowiec do ujścia – w granicach koryta + strefa przykorytowa – pas łącznej szerokości 30 m.

Potencjalna funkcja [10]	Obecne wykorzystanie	Uwagi	Możliwość zwiększenia wykorzystania bez konieczności zwiększania zasobów wód i poprawy ich jakości [12–17]
Wykorzystanie wody do produkcji żywności lub celów pitnych	–	zła jakość wody	nie
Funkcja krajobrazowa	+	odcinki Rawy jako „zielony korytarz” na terenach zurbanizowanych, między oczyszczalnią Klimzowiec i ulicą Bocheńskiego oraz między oczyszczalnią przy ul. Bohaterów Westerplatte i ujściem do Brynicy	możliwość urządzenia „zielonego korytarza” na odcinku śródmiejskim, pod warunkiem uwzględnienia w projekcie regulacji koryta
Funkcja transportowa	–	rzeka nie jest splawna	nie
Dostarczanie energii	–	zła jakość wody	nie
Odbieranie zanieczyszczeń	+++	Rawa jest odbiornikiem ścieków: - wystarczająco oczyszczonych (oczyszczalnia Klimzowiec), - niewystarczająco oczyszczonych (oczyszczalnia Gigablok), - nieoczyszczonych (wyloty kanalizacji ogólnospławnej, wyloty nielegalne), a także wód deszczowych zarówno podczyszczonych, jak i niepodczyszczonych oraz miernie zasolonych wód dołowych	nie
Oczyszczanie	–	zła jakość wody	nie
Chłodzenie	–	zła jakość wody	nie
Wykorzystanie do nawadniania lub w gospodarce komunalnej	–	rzeka funkcjonuje tylko jako część systemu odwadniania	nie
Rekreacja związana z kontaktem z wodą	–	zła jakość wody	nie
Ocena zbiorcza: funkcja potoku w kształtowaniu społeczeństwa zrównoważonego rozwoju	+	wykorzystanie niektórych odcinków – „zielone korytarze” – jako szlaków pieszych i rowerowych; poza tym sąsiedztwo Rawy można traktować jako rodzaj terenu porzuconego	zwiększenie ciągłości „zielonego korytarza” wzdłuż rzeki

Objaśnienia:

- zasoby niewykorzystywane,
- + niewielkie korzystanie z zasobów,
- ++ umiarkowane korzystanie z zasobów,
- +++ znaczne korzystanie z zasobów.

Tablica 4. Wartość użytkowa wody w skali lokalnej zlewni – aspekt ekologiczny i społeczny

Rawa – zlewnia na odcinku od oczyszczalni Klimzowiec do ujścia.

Potencjalna funkcja [10]	Obecne wykorzystanie	Uwagi	Możliwość zwiększenia wykorzystania bez konieczności zwiększania zasobów wód i poprawy ich jakości [12–17]
Wykorzystanie wody do produkcji żywności lub jako wody pitnej	-	rekreacja wędkarska związana z pozyskiwaniem ryb do celów konsumpcyjnych: - podzlewnia Potoku Leśnego – stawy w Dolinie 3 Stawów - podzlewnia bezpośrednia – staw „Maroko” i stawy „Szwajcarii Szopienickiej” - dobra jakość wody z wyjątkiem stawu „Maroko”	nie
Funkcja krajobrazowa	++	Dolina Potoku Leśnego – funkcjonująca jako obszary parkowe „Szwajcarii Szopienicka” – Zespół Przyrodniczo-Krajobrazowy, „Maroko” – użytek ekologiczny z planowanym przekształceniem w park miejski	- zwiększenie ciągłości obszarów zielonych, a nawet odsłonięcie niektórych skolektorowanych potoków – pod warunkiem wprowadzenia zapisów do planów miejscowych, - elementy koncepcji zwiększenia wykorzystania zasobów krajobrazowych związanych z siedliskami wodnymi obszaru zlewni, znajdują się w Lokalnym Programie Rewitalizacji dla Miasta Katowice
Funkcja transportowa	-	cieki nie są splawne, zbiorniki wodne są izolowane	nie
Dostarczanie energii	-	nie	nie
Odbieranie zanieczyszczeń	+	odbieranie wód deszczowych z terenów zabudowanych – zbiorniki Doliny 3 Stawów, staw „Maroko”	nie
Oczyszczanie	-	nie	nie
Chłodzenie	-	brak ujęć wody dla elektrowni	nie
Wykorzystanie do nawadniania lub w gospodarce komunalnej	-	nie	możliwość wykorzystania w gospodarce komunalnej, np. podlewanie miejskiej zieleni
Rekreacja związana z kontaktem z wodą	+	wędkarstwo w dwunastu zbiornikach na obszarach doliny Rawy i Potoku Leśnego, kąpiel w jednym zbiorniku, rekreacja kajakowa – jeden zbiornik, żeglarstwo – dwa zbiorniki	- możliwość zwiększenia rekreacji kajakowej w Dolinie 3 Stawów o jeden staw - możliwość urządzenia kąpielisk prowizorycznych na dwóch stawach
Ocena zbiorcza: funkcja zasobów zlewni w kształtowaniu społeczeństwa zrównoważonego rozwoju	++	dolinę Rawy można traktować – ze społecznego punktu widzenia – jako rodzaj terenu porzuconego	- zwiększenie walorów krajobrazowych - wykorzystanie wód w gospodarce komunalnej - zwiększenie wykorzystania rekreacyjnego

Z powyższych zestawień wynika, że lokalne problemy dotyczące gospodarki wodnej powinny znajdować odzwierciedlenie w planowaniu przestrzennym. Jeśli tak się stanie, istotną poprawę walorów użytkowych można będzie uzyskać nawet w obszarze tak drastycznie zmienionym przez urbanizację i górnictwo, jak zlewnia Rawy. Oczywiście, dla istotnej poprawy stanu zasobów wodnych samego cieków niezbędne jest zawsze, jako punkt wyjścia, uporządkowanie gospodarki ściekowej.

4. PROPOZYCJA NOWEGO ZBIORU ZASAD W GOSPODAROWANIU CIEKAMI NA OBSZARACH ZURBANIZOWANYCH

Dotychczasowy zbiór zasad (paradygmat) użytkowania cieków na terenach silnie zurbanizowanych, głęboko zakorzeniony w praktyce zarządzania i świadomości społeczeństwa, polegał na wykorzystywaniu tych wód jako odbiorników ścieków oraz jako systemu odwadniającego tereny zurbanizowane w celu ochrony przed powodzią. Pojęcie zlewni występowało w tym paradygmacie tylko w kontekście bilansowania wielkości odpływu wód oraz ładunków zanieczyszczeń, jakie odprowadzane są do odbiorników. Paradygmat ten jednak nie odpowiada wymaganiom sformułowanym w Ramowej Dyrektywie Wodnej, z których należy wywiązać się do 2015 roku. Wymagania te sprowadzają się do osiągnięcia dobrego stanu ekologicznego przez wszystkie wody o charakterze naturalnym oraz do osiągnięcia dobrego potencjału ekologicznego przez wszystkie wody uznane za silnie zmienione lub sztuczne.

Dobry stan/potencjał ekologiczny cieków oznacza nie tylko dobrą jakość chemiczną wody, ale także osiągnięcie odpowiedniego stanu fizycznego i biologicznego siedlisk w strefie zanurzonej, nad lustrem wody i w pasie terenu przylegającym do cieków. Dobry stan/potencjał, zgodny z wymaganiami zawartymi w Ramowej Dyrektywie Wodnej, powinien być rozumiany jako zrównoważone użytkowanie zasobów wodnych, obejmujące nie tylko aspekt przyrodniczy ale, przede wszystkim, społeczny.

Proponowany nowy zbiór zasad (paradygmat) gospodarowania oznacza w istocie dążenie do odzyskania walorów zasobów wodnych w odniesieniu do możliwie największej liczby kryteriów użyteczności. Nowe zasady można sformułować następująco:

- po odcięciu dopływu nieoczyszczonych ścieków bytowych i przemysłowych, funkcja cieków nie powinna ograniczać się do odbierania nadmiaru wód, w tym deszczowych, w kontekście ochrony przed powodzią i podtopieniami,
- w celu poprawy stanu cieków jest niezbędne prawidłowe gospodarowanie przestrzenią zlewni, związane między innymi z ograniczaniem przyrostu powierzchni uszczelnionych,
- ciek powinien być możliwie złożonym ekosystemem, a dolina cieków powinna być lokalnym korytarzem ekologicznym o walorach krajobrazowych, dostępnym dla rekreacji,
- reżim hydrologiczny cieków powinien w miarę możliwości odpowiadać warunkom sprzed urbanizacji,
- położenie w sąsiedztwie cieków powinno być czynnikiem zwiększającym atrakcyjność przyległych gruntów.

Literatura

1. *Ankieta dotycząca istotnych problemów gospodarki wodnej (2005)* (www.rzgw.gliwice.pl).
2. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy*. Official Journal of the European Communities L 327/1, 22.12.2000.
3. *Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices* (2001). By the Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG)(15 Federal agencies of the US gov't). GPO Item No. 0120-A; SuDocs No. A 57.6/2:EN 3/PT.653. Washington.
4. Brown, K. (2000). *Urban Stream Restoration Practices: An initial Assessment*. Elliot City, MD. The Center for Watershed Protection.
5. *Impacts of Impervious Cover on Aquatic Systems*. Prepared by: Center for Watershed Protection 8391 Main Street Ellicott City, MD 21043 www.stormwatercenter.net March 2003. Watershed Protection Research Monograph No. 1.
6. *Methods to develop restoration plans for small urban watersheds* (2005). Urban subwatershed restoration manual series – Manual 2. Washington, Center for Watershed Protection.
7. *Urban Stormwater: Best Practice Environmental Management Guidelines* (1999). Melbourne, Victorian Stormwater Committee, CSIRO Publishing.
8. Wach J. (2005): *Opracowanie ekofizjograficzne miasta Katowice*. Dąbrowa Górnicza, PU „GEOGRAF”.
9. *Debata „Rawa-Historia-Przyszłość”* (2005). Materiały konferencyjne. Katowice, GIG.
10. Messner F. (2005): *The value of water in modern western societies*. Workshop Value of water – Different approaches in Transboundary Water Management. Koblenz. „UFZ – Centre for Environmental Research.
11. Walmsley J. (2002): *Framework for measuring sustainable development in catchment systems*. Journal of Environmental Management Vol. 29, No 2, s. 195–206.
12. Korczak K., Trząski L. i inni (2005): *Studium badawczo-rozwojowe gospodarki wodno-ściekowej zlewni rzeki Rawy w odniesieniu do obowiązujących wymogów prawnych w aspekcie planów gospodarowania wodami na obszarze dorzecza oraz warunków korzystania z wód regionu wodnego*. Katowice, GIG (niepublikowana).
13. Holec J., Zuber T. (2003): *Skutki i konsekwencje wpływu eksploatacji górniczej na koryto rzeki Rawy – ze szczególnym uwzględnieniem miasta Katowice*. Katowice, RPWiK (niepublikowana).
14. *Informacja o rzece Rawie i stanie jej regulacji na terenie Miasta Katowice i Miasta Mysłowice* (2003): Katowice, Rejonowe Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji.
15. Sołtysik L., Dobrowolski E. (2003): *Ocena zmian w sieci hydrograficznej zlewni rzeki Rawy na skutek urbanizacji i uprzemysłowienia*. Sosnowiec, HydroProjekt Warszawa, Oddz. Sosnowiec.
16. Sołtysik E., Dobrowolski L. (2003): *Ekspertyza hydrologiczno-hydrograficzna rzeki Rawy ustalająca faktyczny udział wód powierzchniowych w przepływie, dla potrzeb ustalenia użytkownika cieku*. Sosnowiec, HydroProjekt Warszawa, Oddz. Sosnowiec.
17. *Program ochrony środowiska dla miasta Katowice* (2004): Katowice, GIG – Rada Miasta.

Recenzent: dr inż. Krystian Kadlewicz